

Г. А. Нестерова, Н. А. Абаймов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

ara-gulyana@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПОТОЧНОГО ОДНОСТУПЕНЧАТОГО ГАЗИФИКАТОРА УГЛЯ В СРЕДЕ O_2 - CO_2

В работе рассмотрен цикл Аллама на угле. Проанализирована работа газификатора в данном цикле. Приведены данные моделирования одноступенчатого газификатора Shell.

Ключевые слова: цикл Аллама, моделирование газификатора Shell, синтез-газ, вычислительная гидродинамика.

G. A. Nesterova, N. A. Abaimov

Ural Federal University, Ekaterinburg

OPERATION OF FLOW-THROUGH SINGLE-STAGE COAL GASIFIER IN O_2 - CO_2 ENVIRONMENT

The Allam cycle coal is reviewed in the article. The work of the gasifier in this cycle is analyzed. The simulation data of a single-stage Shell gasifier are presented.

Keywords: Allam cycle, Shell gasifier modeling, synthesis gas, CFD.

Введение. В мире, где быстро растет потребность в энергии и повышается концентрация парниковых газов, использование угля в качестве основного источника энергии вызывает повышенный интерес. Уголь является самым распространенным и менее дорогим ископаемым топливом, но также и самым углеродоемким. Различные технологии газификации позволяют превращать уголь в синтез-газ, который может быть далее переработан в другие энергоносители, такие как электричество и синтетические виды топлива.

Для уменьшения концентрации выброса парниковых газов используются установки с системой CCS, которые улавливают

углекислый газ и сохраняют его в глубинных геологических формациях, откуда он не сможет попасть в атмосферу. Примером является «Цикл Аллама» (рис. 1) [1]. Цикл полузакрытый, рекуперированный, кислородно-топливный, предлагающий преимущества по сравнению с простым и комбинированным циклами. Цикл Аллама совмещает сжигание синтез-газа в кислороде при повышенном рабочем давлении с рециркуляцией сверхкритического CO_2 и высокоэффективной рекуперацией тепла. В результате классический цикл Аллама соответствует или превышает достижимую эффективность существующих высокоэффективных установок комбинированного цикла, не оборудованных установками для улавливания углерода, улавливая практически все выбросы CO_2 при чистоте и давлении, необходимых для повторного использования и/или связывания CO_2 на выходе.

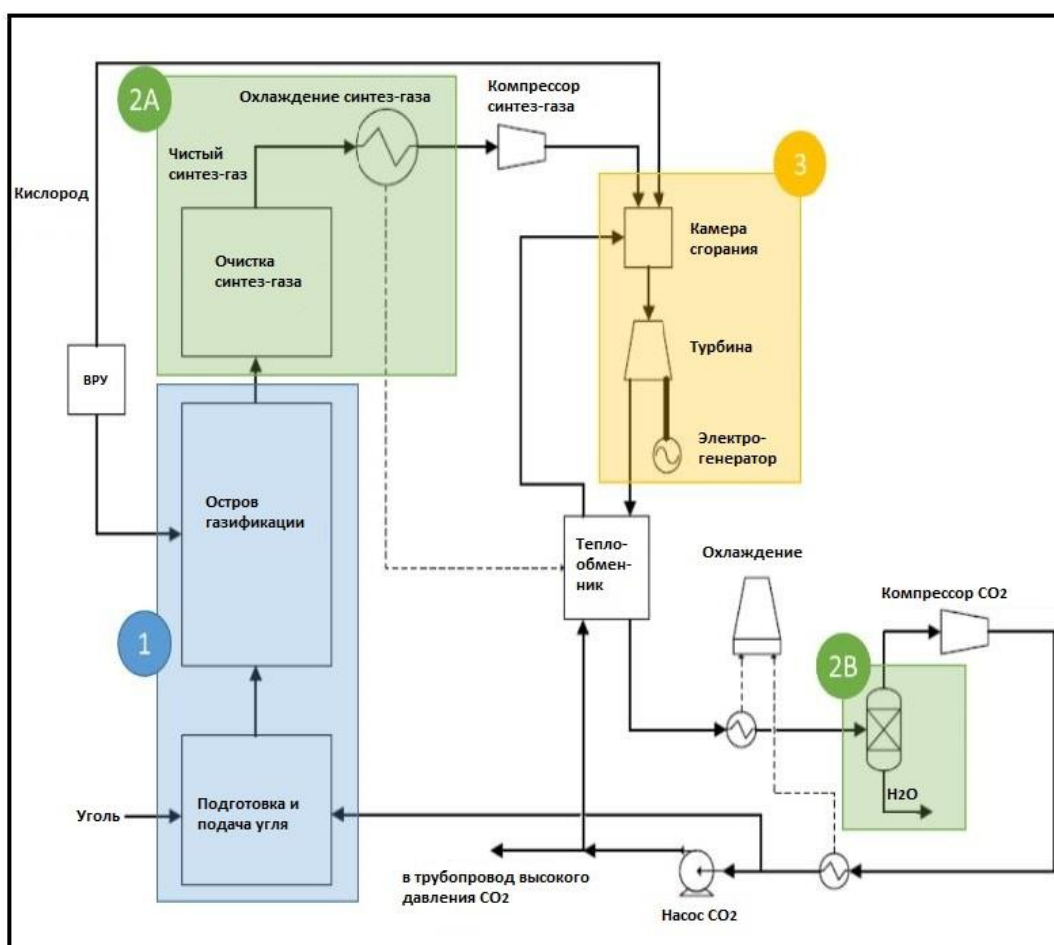


Рис. 1.
Общая
схема
цикла
Аллама
при
сжигании
твердого
топлива

Разработка узла газификации с газификатором Shell для цикла Аллама. Цикл Аллама требует некоторых дополнительных

изменений, чтобы использовать его для сжигания твердого топлива, такого как уголь. Он включает в себя газификатор угля (1) и вспомогательные системы для производства чистого синтез-газа, предварительного сжигания синтез-газа (2А), очистки после сжигания (2В) и уникальную турбину для сжигания синтез-газа (3).

В представленном цикле выбран газификатор Shell (рис. 2) [2], он представляет собой одноступенчатый газификатор с восходящим потоком, работающий на кислороде, в котором используется сухой пылевидный уголь с механизмом увлеченного потока. Кроме того, он имеет мембранную стенку и работает в режиме шлакования.

Выбранный газификатор имеет следующие достоинства:

1. Высокий химический КПД.
2. Система сухой топливоподачи высокого давления.
3. Сушка угля до 5 % влажности за счет подогретого азота из воздухоразделительной установки.
4. Жидкое шлакоудаление и конверсия углерода 99,5 %.
5. Рециркуляция синтез-газа, что сводит к минимуму агломерацию золы.
6. Газоохладитель рекуперирует тепло из синтез-газа для генерации пара.

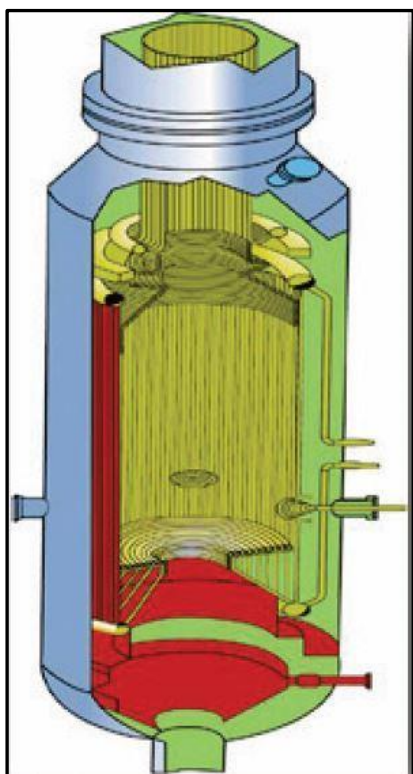


Рис. 2. Газификатор Shell

Моделирование газификатора Shell. В статье [3] была разработана упрощенная модель шлакования для определения теплового потока в стенке газогенератора Shell мощностью 300 МВт. В модели были рассмотрены 4 слоя (дисперсный, спеченный, расплавленный шлак, затвердевший шлак). Для получения толщины каждого слоя шлака и температуры поверхности были использованы уравнения сохранения массы и энергии, также были изучены термохимические и гидродинамические характеристики газификатора. В статье [4] были изучены эффективность и характеристики газификатора Shell с использованием CFD-моделирования для различных соотношений биомассы и угля.

В дальнейшем наши исследования будут направлены на адаптацию работы газификатора типа Shell к условиям цикла Аллама (среда O_2 - CO_2) с использованием CFD-моделирования.

Список использованных источников

1. Lu X., Forrest B., Martin S., Fetvedt J., McGroddy M., Freed D. Integration and optimization of coal gasification systems with a near-zero emissions supercritical carbon dioxide power cycle // Proceedings of ASME Turbo Expo : Turbine Technical Conference and Exposition. 2016. Vol. 9. DOI: 10.1115/GT2016-58066
2. Lee H.-H., Lee J.-C., Joo Y.-J., Oh M., Lee C.-H. Dynamic modeling of Shell entrained flow gasifier in an integrated gasification combined cycle process // Applied Energy. 2014. Vol. 131. P. 425–440.
3. Hong J., Jeong H. J., Song J., Hwang J. Numerical study on the 300 MW Shell-type one-stage entrained flow coal gasifier applied with 4-layer slagging model // Trans. Korean Soc. Combust. 2012. Vol. 17. P. 1–11.
4. Hong J., Park S. S., Song J., Hwang J. Numerical study on 300 MW Shell-type one-stage entrained flow bed gasifier : Effect of coal biomass blending ratio on CO_2 gasification // Trans. Korean Hydrog. New Energy Soc. 2012. Vol. 23. P. 274–284.
5. Martelli E., Kreutz T., Carbo M., Consonni S., Jansen D. Shell coal IGCCS with carbon capture: Conventional gas quench vs. innovative configurations // Applied Energy. 2011. Vol. 88. P. 3978–3989.
6. Park S. S., Jeong H. J., Hwang J. 3-D CFD Modeling for Parametric Study in a 300-MWe One-Stage Oxygen-Blown Entrained-Bed Coal Gasifier // Energies. 2015. Vol. 8. P. 4216–4236. DOI: 10.3390/en8054216